

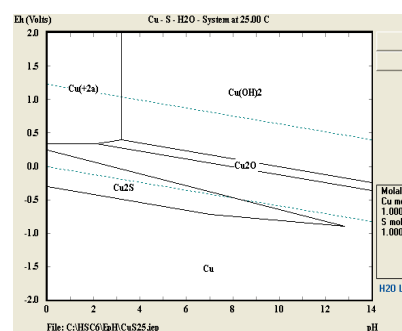
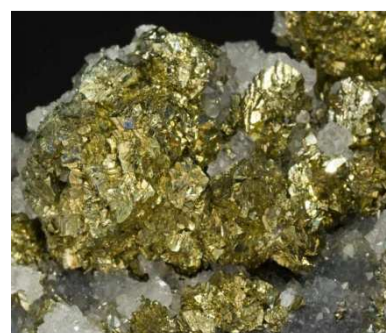
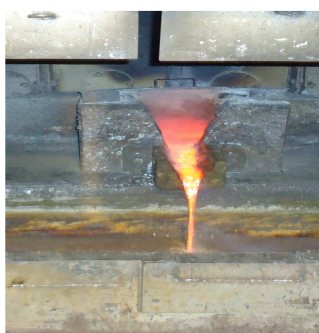
Martina Laubertová

Jana Pirošková

Ivana Kobialková

Neželezné kovy

Výpočty a praktické ukážky pri výrobe neželezných kovov



Košice 2015

Technická univerzita v Košiciach
Hutnícka fakulta

Martina Laubertová, Jana Pirošková, Ivana Kobialková

Neželezné kovy

Výpočty a praktické ukážky pri výrobe neželezných kovov

Košice 2015

© 2015, Martina Laubertová, Jana Pirošková, Ivana Kobialková

Druh publikácie: Vysokoškolská učebnica

Autori: Ing. Martina Laubertová, PhD.
Ing. Jana Pirošková, PhD.
Ing. Ivana Kobialková

Recenzenti: doc.Ing. Magdaléna Štofková, CSc.
doc.Ing. Branislav Buľko, PhD

Rok: 2015

Vydavateľ: Technická univerzita v Košiciach

Vydanie: prvé

Náklad: 100 ks

Rozsah: 170 strán

Za odbornú, obsahovú a jazykovú úpravu textov zodpovedajú autorky.

Obálka: Martina Laubertová

ISBN 978-80-553-2110-3

Obsah

Úvod	8
1. Rozdelenie neželezných kovov	Chyba! Záložka nie je definovaná.
1.1. Technické rozdelenie kovov v hutníckej praxi	Chyba! Záložka nie je definovaná.
1.2. Suroviny na výrobu kovov	Chyba! Záložka nie je definovaná.
2. Meď	Chyba! Záložka nie je definovaná.
2.1. Použitie medi	Chyba! Záložka nie je definovaná.
2.2. Zásoby medi	Chyba! Záložka nie je definovaná.
2.3. Cena kovu	Chyba! Záložka nie je definovaná.
2.4. Výroba medi	Chyba! Záložka nie je definovaná.
3. Pyrometalurgická výroba medi z primárnych surovín	Chyba! Záložka nie je definovaná.
3.1. Praženie	Chyba! Záložka nie je definovaná.
3.1.1. Stupeň odsírenia	Chyba! Záložka nie je definovaná.
3.2. Tavenie	Chyba! Záložka nie je definovaná.
3.3. Konvertorovanie	Chyba! Záložka nie je definovaná.
3.4. Rafinácia	Chyba! Záložka nie je definovaná.
3.4.1. Pyrometalurgická rafinácia	Chyba! Záložka nie je definovaná.
3.4.2. Elektrolytická rafinácia	Chyba! Záložka nie je definovaná.
4. Olovo	Chyba! Záložka nie je definovaná.
4.1. Vlastnosti a použitie	Chyba! Záložka nie je definovaná.
4.2. Suroviny a ložiska	Chyba! Záložka nie je definovaná.
4.3. Výroba primárneho Pb	Chyba! Záložka nie je definovaná.
4.4. Technologické výpočty pri pyrometalurgickej výrobe olova	Chyba! Záložka nie je definovaná.
5. Hliník	Chyba! Záložka nie je definovaná.
5.1. Surovinové zdroje pre výrobu hliníka	Chyba! Záložka nie je definovaná.
5.2. Vlastnosti hliníka a jeho zliatin	Chyba! Záložka nie je definovaná.
5.3. Výroba primárneho hliníka	Chyba! Záložka nie je definovaná.

- 5.4. Elektrolytická výroba hliníka..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
6. Technologické výpočty pri pyrometalurgickej výrobe kovov **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 6.1. Výpočtová časť - riešené príklady **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 6.1.1. Racionálne zloženie rudy a koncentráту **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 6.1.2. Stupeň odsírenia..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 6.1.3. Množstvo a zloženie kamienka..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 6.1.4. Zloženie kamienka a konvertorovej trosky..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 6.1.5. Spotreba vzduchu na konvertorovanie **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 6.2. Výpočtová časť - úlohy..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
7. Hydrometalurgické procesy **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 7.1. Hydrometalurgický postup výroby kovov **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 7.2. Lúhovanie primárnych surovín medi **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 7.2.1. Spôsoby lúhovania a zariadenia na lúhovanie..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
8. Výpočty v hydrometalurgii **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 8.1. Výpočet rovnovážnej konštanty **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 8.2. Výpočet pH..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 8.3. Výpočet a konštrukcia E-pH diagramov **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 8.3.1. Termodynamické výpočty pomocou programu HSC Chemistry. **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 8.4. Riešené príklady a úlohy **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 8.5. Výpočtová časť - úlohy..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
9. Praktické úlohy..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 9.1. Práca v laboratóriu..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 9.2. Stechiometrické výpočty..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 9.3. Laboratórne úlohy **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 9.3.1. Laboratórna úloha č.1 **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- Výroba olova z primárnych surovín..... **Chyba! Záložka nie je definovaná.**
- 9.3.2. Laboratórna úloha č.2 **Chyba! Záložka nie je definovaná.**

Lúhovanie medi z oxidických surovín.....	Chyba! Záložka nie je definovaná.
9.3.3. Laboratórna úloha č.3	Chyba! Záložka nie je definovaná.
Získavanie kovov z roztokov. <i>Získavanie medi cementáciou</i>	Chyba! Záložka nie je definovaná.
9.3.4. Laboratórna úloha č.4	Chyba! Záložka nie je definovaná.
Získavanie kovov z roztokov. Štúdium sorpcie a iónovej výmeny.....	Chyba! Záložka nie je definovaná.
10. PRÍLOHY.....	Chyba! Záložka nie je definovaná.
PRÍLOHA A : Kreditná písomka	Chyba! Záložka nie je definovaná.
PRÍLOHA B: „Ťahák“ Základné pojmy z predmetu <i>Neželezné kovy</i>	Chyba! Záložka nie je definovaná.
PRÍLOHA C: Schéma výroby medi pyrometalurgickým spôsobom.....	Chyba! Záložka nie je definovaná.
PRÍLOHA D: Schéma výroby medi hydrometalurgickým spôsobom	Chyba! Záložka nie je definovaná.
PRÍLOHA E: Bezpečnosť práce v laboratóriu	Chyba! Záložka nie je definovaná.
PRÍLOHA F: Periodická tabuľka prvkov.....	Chyba! Záložka nie je definovaná.
PRÍLOHA G: Termodynamické tabuľky.....	Chyba! Záložka nie je definovaná.
Zoznam použitej literatúry	Chyba! Záložka nie je definovaná.

Podakovanie

Autorky ďakujú grantovej agentúre VEGA, ktorá finančne podporila vydanie tejto publikácie (projekt VEGA MŠ SR 1/0425/14 a VEGA MŠ SR 1/0293/14). Podakovanie patrí aj Fondu R.Kammela, n.f., za finančnú podporu pri vydaní tejto učebnice.

Úvod

Ekonomický rozvoj krajín súvisí s výrobou a spotrebou kovov. Napriek skutočnosti, že najviac vyrábaným kovom na svete je železo, *neželezné kovy* majú nezastupiteľnú úlohu v dnešnom živote. Ako príklad možno uviesť využitie medi vo vodičoch, hliníka pri výrobe lietadiel, zinku pri povrchovej úprave ocelí, olova pri výrobe akumulátorov či neodymu pri výrobe permanentných magnetov. *Hutníctvo neželezných kovov* má na Slovensku bohatú tradíciu. Z historického hľadiska má veľký význam predovšetkým výroba medi, hliníka, striebra, zlata, olova, ale aj antimónu, ortuti a ďalších kovov.

V súčasnosti v oblasti primárnej výroby neželezných kovov má kľúčové postavenie výroba hliníka v spoločnosti Slovalco, a.s. v Žiari nad Hronom. V oblasti výroby druhotných neželezných kovov je významnou výrobou výroba medi v spoločnosti Kovohuty, a.s. v Krompachoch, výroba olova v spoločnosti Mach-Trade, s.r.o. v Seredi ako aj viacero spoločností zameraných na recykláciu hliníkových zliatin napr. Confal, a.s. v Slovenskej Ľupči, výrobca hliníkových profilov v Sapa Profily, a.s. v Žiari nad Hronom a pod..

Predkladaná učebnica je určená predovšetkým študentom predmetu Neželezné kovy v prvom stupni štúdia na Hutníckej fakulte. Učebnica je rozdelená do štyroch častí:

Prvá časť sa zaoberá rozdeľením neželezných kovov a prehľadom histórie výroby neželezných kovov na Slovensku. Vlastnosti, cena, použitie a minerály vybraných kovov sú spomenuté v nasledujúcich podkapitolách. V samostatnej podkapitole je spracovaná pyrometalurgická výroba medi t. j. princípy jednotlivých procesov, zariadenia, podmienky a schéma procesu. Po teoretickej časti nasleduje kapitola Technologické výpočty pyrometalurgickej výroby medi s riešenými príkladmi a úlohami. Výroba hliníka a olova je uvedená v ďalších kapitolách.

V druhej časti učebnice je teoreticky spracovaný hydrometalurgický postup výroby neželezných kovov. V tejto časti je taktiež spomenutá termodynamika a kinetika procesu lúhovania surovín a jednotlivé typy lúhovania. Schéma hydrometalurgickej výroby medi a jej jednotlivé kroky sú popísané v nasledujúcej podkapitole druhej časti. Výpočtová časť je zameraná na určenie priebehu chemických reakcií, rovnovážnej konštanty, pH a konštrukcie E-pH diagramov.

V tretej časti učebnice v prvej podkapitole je schematicky popísaný prehľad používaného laboratórneho skla potrebného na laboratórne cvičenia a popísaná bezpečnosť pri práci. Jednotlivé laboratórne úlohy sú tematicky zamerané na pyrometalurgické procesy (tavenie) aj hydrometalurgické procesy (lúhovanie, cementácia a iónová výmena). Na konci každej laboratórnej úlohy sú kontrolné otázky.

Štvrtá časť učebnice obsahuje pomôcky pre študentov ako sú: termodynamické tabuľky, „ľahák“ t.j. súhrn poučiek a definícií, prázdne schémy výroby medi. V neposlednom rade v tejto časti učebnice je priložená vzorová písomka, pomocou ktorej si študenti môžu preveriť svoje získané vedomosti.

Cieľom predmetu Neželezné kovy je zabezpečiť trvácnosť vedomostí a zručností študentov v oblasti výroby primárnych neželezných kovov. Študenti si systematickým, cieľavedomým precvičovaním osvoja, upevnia a prehľadujú vedomosti, zručnosti a návyky potrebné na základné teoretické a praktické zvládnutie daného vyučovacieho predmetu.

Ťažiskom obsahu tejto učebnice je aplikácia teoretických poznatkov do praktickej činnosti budúceho absolventa bakalárskeho štúdia na Hutníckej fakulte.

Po absolvovaní predmetu Neželezné kovy študent bude schopný:

- vysvetliť *postup pyrometalurgickej výroby vybraných neželezných kovov*, popísať princíp jednotlivých operácií pri výrobe týchto kovov,
- charakterizovať vlastnosti, minerály, použitie a cenu neželezných kovov,
- vypočítať racionálne zloženie vsádzky, stupeň odsírenia pri pražení, tavení a vypočítať množstvo a zloženie Cu kamienka a trosky,
- vypočítať množstvo troskotvorných prísad a množstvo spotreby vzduchu na konvertovanie Cu kamienka,
- pracovať s termodynamickými tabuľkami a využívať ich pri výpočtoch,
- využiť svoje znalosti k popisu základov teórie a praxe primárnej výroby medi,
- v časti *hydrometalurgickej výroby vybraných neželezných kovov z primárnych surovín* bude študent schopný posúdiť či daný proces prebehne pri štandardných podmienkach vypočítaním zmeny rovnovážnej Gibbsovej energie a vypočítaním rovnovážnej konštanty rovnice,
- taktiež študent bude vedieť vypočítať a skonštruovať E - pH diagramy a posúdiť, či daný proces za štandardných podmienok prebehne,
- *na laboratórnych cvičeniach* si študent prakticky vyskúša získavanie kovov tavením primárnych surovín,
- bude schopný zostrojiť aparáturu na lúhovanie, cementáciu a pod. a previesť samotné lúhovanie a extrakciu kovov z roztoku ako je cementácia a iónová výmena,
- bude schopný napísať správu, vyhodnotiť závery a obhájiť výsledky z absolvovanej laboratórnej práce.

Oblasť výroby neželezných kovov v tejto publikácii nie je úplne vyčerpaná. Budeme preto radi za spätnú väzbu od študentov a prijmeme pripomienky a námety na skvalitnenie tejto publikácie v budúcnosti.